

PERHITUNGAN JATUH TEGANGAN DAN SUSUT DAYA SERTA UPAYA PERBAIKAN PENYALURAN DAYA LISTRIK PADA PT. PLN (PERSERO) RAYON SAMBAS

Ardhi Surya Nopianto

Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura
ardhi.nopianto05@gmail.com

Abstrak - Profil tegangan dan susut daya diakibatkan oleh rugi-rugi daya di jaringan karena tingginya impedansi jaringan, karakteristik induktif jaringan listrik serta beban induktif yang tersambung pada jaringan. Dalam kenyataannya, adanya susut daya listrik pada penyediaan energi listrik adalah sesuatu yang tidak bisa dihindarkan. Meski demikian susut energi yang terjadi dalam proses penyaluran dan distribusi energi listrik merupakan suatu pemborosan energi apabila tidak dikendalikan secara optimal. Berdasarkan analisis perhitungan persentase jatuh tegangan pada penyulang Galing dan penyulang Kawakan PT. PLN (Persero) Rayon Sambas, pada penyulang Galing persentase jatuh tegangan maksimum terdapat pada bus 43 (GD 229) yaitu sebesar 5,470%, dengan besar tegangan 18,042 KV. Sedangkan pada penyulang Kawakan persentase jatuh tegangan maksimum terdapat pada bus 14 (GD 170) yaitu sebesar 2,107%, dengan besar tegangan 19,5786 KV. Hasil perhitungan setelah divalidasi dengan metode injeksi arus terdapat perbedaan, disebabkan pada penelitian ini merupakan pendekatan perhitungan jatuh tegangan antar saluran dimana rugi-rugi daya pada saluran diabaikan. Total rugi-rugi daya aktif yang terjadi pada penyulang Kawakan sebesar 9,222 KW, dan pada penyulang Galing sebesar 54,880 KW. Salah satu upaya perbaikan penyaluran daya yaitu dengan mengganti luas penampang penghantar pada seksi saluran yang mengalami persentase jatuh tegangan yang melebihi standar yang diijinkan. Dengan mengganti penghantar AAAC 35 mm² menjadi AAAC 150 mm² pada beberapa cabang penyulang Galing yang menghasilkan persentase jatuh tegangan yang besar, mengakibatkan tegangan bus atau gardu-gardu penyulang Galing meningkat, serta menurunkan rugi-rugi daya aktif total yang sebelumnya sebesar 54,880 KW menjadi 49,842 KW.

Kata kunci : profil tegangan, persentase jatuh tegangan, rugi-rugi daya aktif, upaya perbaikan

1. Pendahuluan

Seiring dengan pertumbuhan penduduk dan aktivitas ekonomi mendorong peningkatan konsumsi listrik dari waktu ke waktu. Namun, pertumbuhan konsumsi listrik tersebut sepertinya sulit sekali diimbangi oleh

peningkatan kapasitas pasokan listrik. Hal ini menjurus terjadinya krisis pasokan listrik, yang dalam jangka panjang akan dapat memperlambat pertumbuhan ekonomi. Kekurangan daya memaksa PT. PLN (Persero) melakukan pemadaman bergilir yang menyebabkan banyak kerugian bagi pelanggan, terlebih lagi jika jadwal giliran tidak jelas waktunya.

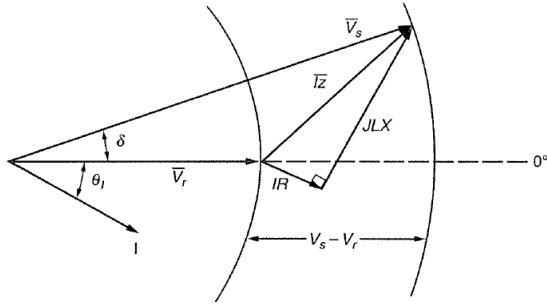
Persoalan kekurangan pasokan daya listrik merupakan salah satu persoalan yang sampai sekarang belum dapat sepenuhnya teratasi. Penambahan kapasitas pembangkit eksisting atau pembangunan pembangkit baru merupakan solusi yang paling baik, karena kekurangan pasokan daya tentu paling tepat diatasi dengan menambah pasokan daya. Persoalannya kemudian adalah selain membutuhkan waktu lama, solusi tersebut juga membutuhkan investasi yang tidak sedikit. Melihat kondisi ekonomi yang sedang kurang baik dewasa ini, solusi tersebut sepertinya sulit untuk ditempuh.

Sistem Kelistrikan PT. PLN (Persero) Rayon Sambas terdiri 2 (dua) sumber daya listrik yaitu PLTD Sambas dan Gardu Induk (GI) Sambas yang terhubung secara interkoneksi untuk mensupply 9 (sembilan) penyulang. Sedangkan Gardu Hubung (GH) Sejangkung disupply dari PLTD Sambas melalui penyulang Sejangkung terdapat 2 (dua) penyulang yaitu penyulang Galing dan Kawakan. Gardu Hubung Sejangkung saat ini terbebani 57 Gardu Distribusi (GD) dengan panjang saluran lebih kurang 108 Kms. (PLN, 2015). Dari fakta tersebut, untuk mengetahui kualitas tegangan dan susut daya yang terjadi pada sistem distribusi GH. Sejangkung perlu dilakukan analisis perhitungan jatuh tegangan dan rugi-rugi daya aktif.

2. Dasar Teori

2.1. Perhitungan Persentase Jatuh Tegangan

Menurut (Gonen, 2008), Untuk menentukan persamaan jatuh tegangan maka digunakan diagram fasor berikut ini :



Gambar 1. Diagram Fasor Tegangan dan Arus
Sumber : Gonen (2008 : 190)

Dari diagram fasor pada gambar diatas, tegangan kirim adalah :

$$\bar{V}_s = V_s \angle \delta \quad \text{.....(1)}$$

arus adalah :

$$\bar{I} = I \angle -\theta \quad \text{.....(2)}$$

dan sudut faktor daya :

$$\theta = \theta_v - \theta_i = -\theta \quad \text{.....(3)}$$

Regulasi tegangan dapat didefinisikan sebagai :

$$VR_{pu} = \frac{V_s - V_r}{V_r} \quad \text{.....(4)}$$

dan persentase regulasi tegangan adalah :

$$\%VR_{pu} = \frac{V_s - V_r}{V_r} \times 100 \quad \text{.....(5)}$$

atau

$$\%VR_{pu} = VR_{pu} \times 100 \quad \text{.....(6)}$$

Sedangkan jatuh tegangan per-unit didefinisikan sebagai :

$$VD_{pu} = \frac{V_s - V_r}{V_B} \quad \text{.....(7)}$$

Sehingga, persentase jatuh tegangan adalah :

$$\%VD = \frac{V_s - V_r}{V_B} \times 100 \quad \text{.....(8)}$$

atau

$$\%VD = VD_{pu} \times 100 \quad \text{.....(9)}$$

Dimana V_B adalah tegangan dasar yang bebas memilih tegangan dasar sekunder, atau menggunakan tegangan dasar primer dengan memperhitungkan rasio transformator yang digunakan.

Dari diagram fasor pada, tegangan kirim adalah :

$$\bar{V}_s = V_r + \bar{I}Z \quad \text{.....(10)}$$

atau

$$V_s = V_r \angle 0^\circ + I(\cos \theta - j \sin \theta)(R + jX) \quad \text{.....(11)}$$

Dalam sistem distribusi dimana $R \cong X$, sehingga persamaan menjadi :

$$V_s = V_r + IR \cos \theta + IX \sin \theta \quad \text{.....(12)}$$

Sehingga jatuh tegangan untuk faktor daya terbelakang adalah :

$$VD_{1\phi} = IR \cos \theta + IX \sin \theta \quad \text{.....(13)}$$

Untuk sistem tiga fasa :

$$VD_{3\phi} = \sqrt{3}I(R \cos \theta + X \sin \theta) \quad \text{.....(14)}$$

Jika :

Impedansi total saluran merupakan $R = r \times l$ dan

$X = x \times l$

Besarnya arus :

$$I = \frac{S_s}{\sqrt{3}V_s} \quad \text{.....(15)}$$

Jatuh tegangan sistem tiga fasa adalah :

$$VD_{3\phi} = \frac{\sqrt{3}I(r \cos \theta + x \sin \theta)l}{V_s} \quad \text{.....(16)}$$

Karena rugi-rugi saluran diabaikan, maka daya pada sisi kirim sama dengan daya sisi terima.

atau

$$S_s = S_r \quad \text{.....(17)}$$

Diasumsikan tegangan dasar V_B menggunakan tegangan kirim V_s , dengan mensubstitusi persamaan ke persamaan menjadi :

$$VD_{pu} = \frac{S_r(r \cos \theta + x \sin \theta)l}{V_s^2} \quad \text{.....(18)}$$

$$\%VD = \frac{S_r(r \cos \theta + x \sin \theta)l}{V_s^2} \times 100 \quad \text{.....(19)}$$

Dalam menganalisis sistem distribusi tegangan menengah pada umumnya besaran beban atau daya menggunakan satuan KVA sedangkan besaran tegangan menggunakan satuan KV, sehingga persamaan dapat dikonversikan dengan cara dibagi dengan 1000 menjadi :

$$\%VD = \frac{S_r(r \cos \theta + x \sin \theta)l}{V_s^2} \times \frac{100}{1000} \quad \text{.....(20)}$$

Sehingga persentase jatuh tegangan sistem tiga fasa adalah :

$$\%VD = \frac{S_r(r \cos \theta + x \sin \theta)l}{10.V_s^2} \quad \text{.....(21)}$$

dimana :

V_s = Tegangan kirim dalam (KV)

V_r = Tegangan terima dalam (KV)

$S_{3\phi}$ = Daya kompleks tiga fasa dalam (KVA)

S_s = Daya kompleks sisi kirim dalam (KVA)

S_r = Daya kompleks sisi terima dalam (KVA)

r = Resistansi saluran dalam (Ohm/Km)

x = Reaktansi saluran dalam (Ohm/Km)

R = Resistansi saluran dalam (Ohm)

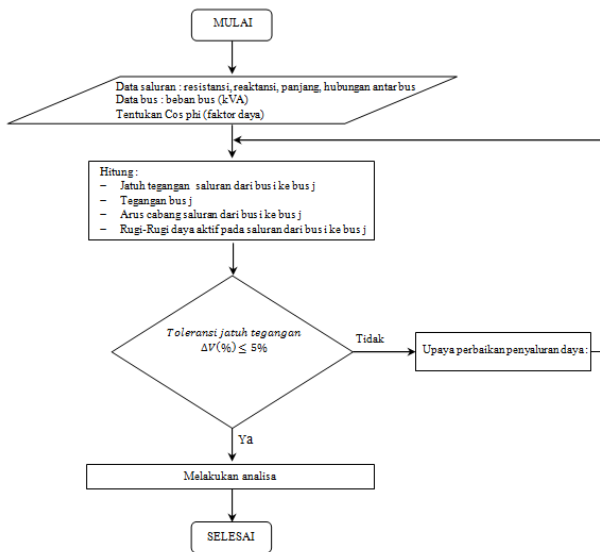
X = Reaktansi saluran dalam (Ohm)

$\%VD$ = Persentase jatuh tegangan dalam (%)

$VD_{1\phi}$ = Jatuh tegangan satu fasa dalam (KV)
 $VD_{3\phi}$ = Jatuh tegangan tiga fasa dalam (KV)
 VD_{pu} = Jatuh tegangan dalam (pu)
 V_B = Tegangan dasar dalam (Volt)
 I = Arus dalam (Ampere)
 I_{ij} = Arus cabang saluran bus_i-bus_j dalam Ampere

2.2. Diagram Alir Perhitungan Jatuh Tegangan dan Rugi-Rugi Daya Aktif

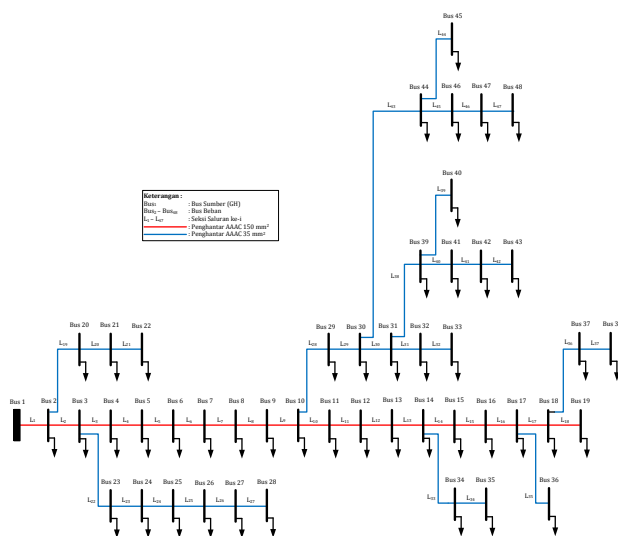
Adapun diagram alir penelitian yang akan dilakukan ditunjukkan pada gambar 2 dibawah ini :



Gambar 2. Diagram Alir Perhitungan Jatuh Tegangan dan Rugi-Rugi Daya Aktif

3. Perhitungan dan Analisis

3.1. Data Saluran Penyulang Galing



Gambar 3. Diagram Satu Garis Penyulang Galing

Penghantar yang digunakan penyulang Galing pada Gardu Hubung Sejangkung, yaitu AAAC dengan luas penampang 150 mm² dan 35 mm². Penghantar AAAC 150 mm² yang digunakan memiliki 19 urat (*stranded*), konfigurasi jaringannya horizontal dengan jarak antar fasa 0,8 m, 0,8 m, dan 1,6 m. Sedangkan Penghantar AAAC 35 mm² dengan 7 urat (*stranded*), konfigurasi jaringannya horizontal dengan jarak antar fasa 0,8 m, 0,8 m, dan 1,6 m.

Berdasarkan gambar 3, jarak antar Gardu Distribusi, jenis serta ukuran penghantar yang digunakan pada penyulang Galing PT. PLN (Persero) Rayon Sambas disusun pada tabel 1 dibawah ini :

Tabel 1. Data Saluran Penyulang Galing

No. Cabang	Bus		Jarak (Km)	Penghantar
	Dari	Ke		
1	1	2	1,50	AAAC 150 mm2
2	2	3	4,00	AAAC 150 mm2
3	3	4	3,00	AAAC 150 mm2
4	4	5	2,20	AAAC 150 mm2
5	5	6	2,50	AAAC 150 mm2
6	6	7	2,60	AAAC 150 mm2
7	7	8	4,00	AAAC 150 mm2
8	8	9	2,10	AAAC 150 mm2
9	9	10	2,30	AAAC 150 mm2
10	10	11	1,50	AAAC 150 mm2
11	11	12	2,00	AAAC 150 mm2
12	12	13	1,50	AAAC 150 mm2
13	13	14	3,20	AAAC 150 mm2
14	14	15	2,20	AAAC 150 mm2
15	15	16	2,00	AAAC 150 mm2
16	16	17	2,00	AAAC 150 mm2
17	17	18	2,50	AAAC 150 mm2
18	18	19	4,00	AAAC 150 mm2
19	2	20	2,40	AAAC 35 mm2
20	20	21	2,30	AAAC 35 mm2
21	21	22	1,60	AAAC 35 mm2
22	3	23	2,40	AAAC 35 mm2
23	23	24	1,50	AAAC 35 mm2
24	24	25	1,50	AAAC 35 mm2
25	25	26	3,00	AAAC 35 mm2
26	26	27	1,50	AAAC 35 mm2
27	27	28	1,80	AAAC 35 mm2
28	10	29	2,00	AAAC 35 mm2
29	29	30	3,00	AAAC 35 mm2
30	30	31	3,50	AAAC 35 mm2
31	31	32	1,40	AAAC 35 mm2
32	32	33	1,80	AAAC 35 mm2

Tabel 1. Data Saluran Penyulang Galing (*lanjutan*)

No. Cabang	Bus		Jarak (Km)	Penghantar
	Dari	Ke		
33	14	34	3,00	AAAC 35 mm2
34	34	35	2,60	AAAC 35 mm2
35	17	36	2,35	AAAC 35 mm2
36	18	37	3,50	AAAC 35 mm2
37	37	38	4,10	AAAC 35 mm2
38	31	39	3,25	AAAC 35 mm2
39	39	40	2,00	AAAC 35 mm2
40	39	41	3,50	AAAC 35 mm2
41	41	42	1,20	AAAC 35 mm2
42	42	43	1,70	AAAC 35 mm2
43	30	44	3,00	AAAC 35 mm2
44	44	45	3,00	AAAC 35 mm2
45	44	46	2,40	AAAC 35 mm2
46	46	47	2,56	AAAC 35 mm2
47	47	48	2,50	AAAC 35 mm2

3.2. Data Beban Penyulang Galing

Beban pada penyulang Galing merupakan pembebanan Gardu Distribusi, data Gardu Distribusi dan besarnya pembebanan pada penyulang Galing PT. PLN (Persero) Rayon Sambas disusun pada tabel 2, dibawah ini :

Tabel 2. Data Beban Penyulang Galing

No	Gardu	Kapasitas Daya (KVA)	Persentase Pembebanan (%)	Pembebanan (KVA)
1	GD 127	160	87,25	139,600
2	GD 133	100	90,00	90,000
3	GD 144	50	89,50	44,750
4	GD 145	100	87,50	87,500
5	GD 146	50	90,30	45,150
6	GD 147	100	90,26	90,260
7	GD 235	25	87,56	21,890
8	GD 149	160	90,10	144,160
9	GD 154	50	90,00	45,000
10	GD 155	100	86,25	86,250
11	GD 156	50	87,56	43,780
12	GD 177	100	86,50	86,500
13	GD 162	100	90,24	90,240
14	GD 163	50	89,75	44,875
15	GD 129	100	89,50	89,500
16	GD 142	50	90,20	45,100
17	GD 143	50	90,25	45,125

Tabel 2. Data Beban Penyulang Galing (*lanjutan*)

No	Gardu	Kapasitas Daya (KVA)	Persentase Pembebanan (%)	Pembebanan (KVA)
18	GD 141	25	93,02	23,255
19	GD 134	100	90,20	90,200
20	GD 233	50	90,30	45,150
21	GD 135	100	90,00	90,000
22	GD 136	50	90,10	45,050
23	GD 137	100	87,20	87,200
24	GD 186	50	85,70	42,850
25	GD 179	50	89,56	44,780
26	GD 178	50	92,10	46,050
27	GD 148	50	86,50	43,250
28	GD 165	100	85,80	85,800
29	GD 166	50	88,60	44,300
30	GD 182	50	87,40	43,700
31	GD 171	50	90,30	45,150
32	GD 173	50	90,45	45,225
33	GD 180	50	90,23	45,115
34	GD 227	100	90,40	90,400
35	GD 228	50	87,40	43,700
36	GD 229	50	80,50	40,250
37	GD 185	50	87,65	43,825
38	GD 183	100	90,20	90,200
39	GD 184	50	89,65	44,825
40	GD 230	50	87,65	43,825

3.3. Analisis Jaringan Distribusi 20 KV pada Penyulang Galing

Hasil perhitungan persentase jatuh tegangan bus, dan tegangan Gardu Distribusi atau bus pada penyulang Galing PT. PLN (Persero) Rayon Sambas dengan menggunakan kedua metode diatas dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini :

Tabel 3. Tegangan Bus Pada Penyulang Galing

No. Bus	Gardu	Tegangan Bus [KV]		
		Hasil Penelitian	Metode Injeksi Arus	Selisih [error]
1	GH	20,0000	20,0000	0,0000
2	GD 127	19,9326	19,9298	0,0028
3	Titik a	19,7747	19,7658	0,0089
4	GD 133	19,6754	19,6638	0,0116
5	GD 144	19,6055	19,5927	0,0128
6	GD 145	19,5276	19,5140	0,0136
7	GD 146	19,4502	19,4364	0,0138
8	GD 147	19,3336	19,3205	0,0131

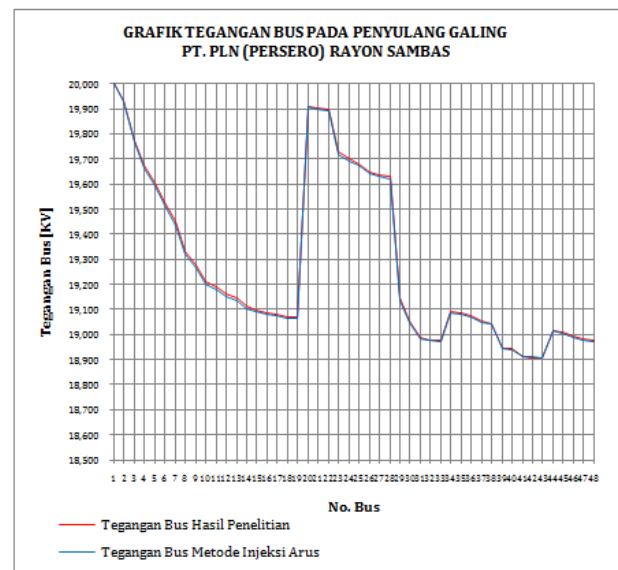
Tabel 3. Tegangan Bus Pada Penyulang Galing (*lanjutan*)

No. Bus	Gardu	Tegangan Bus [KV]		
		Hasil Penelitian	Metode Injeksi Arus	Selisih [error]
9	GD 235	19,2752	19,2632	0,0120
10	Titik b	19,2120	19,2015	0,0105
11	GD 149	19,1885	19,1788	0,0097
12	GD 154	19,1627	19,1539	0,0088
13	GD 155	19,1446	19,1365	0,0081
14	GD 156	19,1115	19,1046	0,0069
15	GD 177	19,0961	19,0899	0,0062
16	GD 162	19,0855	19,0797	0,0058
17	Titik c	19,0784	19,0730	0,0054
18	Titik d	19,0718	19,0666	0,0052
19	GD 163	19,0682	19,0632	0,0050
20	GD 129	19,9112	19,9085	0,0027
21	GD 142	19,9009	19,8982	0,0027
22	GD 143	19,8973	19,8946	0,0027
23	GD 141	19,7287	19,7200	0,0087
24	GD 134	19,7016	19,6931	0,0085
25	GD 233	19,6812	19,6730	0,0082
26	GD 135	19,6473	19,6396	0,0077
27	GD 136	19,6372	19,6297	0,0075
28	GD 137	19,6292	19,6218	0,0074
29	GD 186	19,1459	19,1372	0,0087
30	Titik e	19,0531	19,0474	0,0057
31	GD 179	18,9860	18,9831	0,0029
32	GD 178	18,9791	18,9766	0,0025
33	GD 148	18,9749	18,9726	0,0023
34	GD 165	19,0904	19,0845	0,0059
35	GD 166	19,0842	19,0785	0,0057
36	GD 182	19,0729	19,0677	0,0052
37	GD 171	19,0546	19,0503	0,0043
38	GD 173	19,0446	19,0407	0,0039
39	Titik f	18,9470	18,9460	0,0010
40	GD 180	18,9421	18,9413	0,0008
41	GD 227	18,9136	18,9142	0,0006
42	GD 228	18,9080	18,9090	0,0010
43	GD 229	18,9042	18,9054	0,0012
44	Titik g	19,0169	19,0128	0,0041
45	GD 185	19,0097	19,0060	0,0037
46	GD 183	18,9935	18,9905	0,0030
47	GD 184	18,9811	18,9788	0,0023
48	GD 230	18,9751	18,9731	0,0020

Hasil perhitungan setelah divalidasi dengan metode injeksi arus terdapat perbedaan, disebabkan pada penelitian ini merupakan pendekatan perhitungan jatuh

tegangan antar saluran dimana rugi-rugi daya pada saluran diabaikan.

Berdasarkan tabel 3 diatas, perbandingan tegangan bus pada penyulang Galing PT. PLN (Persero) Rayon Sambas dapat digambarkan dalam bentuk grafik dibawah ini :



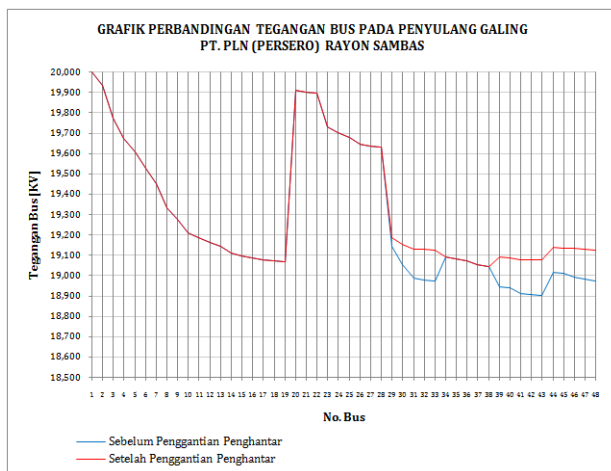
Gambar 4. Grafik Tegangan Bus Penyulang Galing

Grafik diatas merupakan perbandingan tegangan bus penyulang Galing PT. PLN (Persero) Rayon Sambas hasil perhitungan dari penelitian yang dilakukan (garis merah) dengan perhitungan menggunakan metode injeksi arus (garis biru). Dari kedua hasil perhitungan menghasilkan garis yang hampir berhimpitan menandakan hasil perhitungan yang dilakukan valid. Dari pengamatan pada grafik dan hasil perhitungan yang dilakukan, tegangan pada bus 20 (GD 129) mengalami kecenderungan meningkat pada titik 19,9112 KV dengan persentase jatuh tegangan sebesar 0,444% dikarenakan pada bus 20 (GD 129) disupply dari bus 2 (GD 127) dengan tegangan pada tersebut sebesar 19,9326 KV. Pada penyulang Galing PT. PLN (Persero) Rayon Sambas masih terdapat bus-bus dengan persentase jatuh tegangan melebihi standar yang diijinkan SPLN No. 72 tahun 1987 yaitu lebih dari 5%. Tegangan bus minimum terjadi pada bus 43 (GD 229) yaitu sebesar 18,042 KV atau persentase jatuh tegangannya sebesar 5,479%.

3.1. Upaya Perbaikan Penyaluran Daya Listrik Pada Penyulang Galing

Salah satu upaya perbaikan penyaluran daya listrik yang mudah dilakukan dan bermanfaat dalam waktu yang lama untuk mengantisipasi perkembangan beban yang dipikul oleh penyulang adalah dengan mengganti luas penampang penghantar pada seksi saluran yang mengalami persentase jatuh tegangan yang melebihi standar yang diijinkan. Rencana penggantian luas penampang penghantar dari AAAC 35 mm² ke AAAC 150 mm² pada penyulang Galing PT. PLN (Persero) Rayon Sambas digambarkan pada diagram satu garis dibawah ini :

Berdasarkan tabel 4, perbandingan tegangan bus pada penyulang Galing PT. PLN (Persero) Rayon Sambas sebelum dan setelah penggantian penghantar AAAC 35 mm² menjadi AAAC 150 mm² dapat dipresentasikan dalam bentuk grafik seperti pada gambar 6 dibawah ini :



Gambar 6. Grafik Perbandingan Profil Tegangan Penyulang Galing Sebelum dan Setelah Penggantian Penghantar

Berdasarkan grafik diatas, setelah dilakukannya penggantian AAAC 35 mm² menjadi AAAC 150 mm² pada penyulang Galing PT. PLN (Persero) Rayon Sambas, profil tegangan pada bus tersebut mengalami peningkatan dan persentase jatuh tegangan dibawah nilai maksimum yang diijinkan yaitu kurang dari 5%. Dengan meningkatnya profil tegangan pada gardu-gardu penyulang Galing, mempengaruhi besarnya rugi-rugi daya aktif total yang terjadi pada penyulang tersebut. Besarnya rugi-rugi daya aktif total yang sebelumnya sebesar 54,880 KW mengalami penurunan menjadi 49,842 KW.

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis perhitungan persentase jatuh tegangan pada penyulang Galing dan penyulang Kawakan PT. PLN (Persero) Rayon Sambas, maka dapat disimpulkan :

1. Dari hasil perhitungan persentase jatuh tegangan pada penyulang Galing profil tegangan minimum terdapat pada bus 43 (GD 229) sebesar 5,470% dengan besar tegangan 18,042 KV.
2. Dari hasil perhitungan persentase jatuh tegangan pada penyulang Kawakan profil tegangan minimum terdapat pada bus 14 (GD 170) sebesar 2,107% dengan besar tegangan 19,5786 KV.
3. Dari hasil perhitungan total rugi-rugi daya aktif yang terjadi pada penyulang Kawakan sebesar 9,222 KW, sedangkan total rugi-rugi daya aktif yang terjadi pada penyulang Galing sebesar 54,880 KW.
4. Dengan persentase jatuh tegangan maksimum yang diijinkan pada jaringan struktur radial adalah 5%, mengacu pada SPLN No. 72 Tahun 1987. Pada penyulang Galing masih terdapat profil tegangan pada gardu distribusi yang dibawah standar yaitu kurang dari 19 KV atau persentase jatuh tegangan lebih dari 5%. Pada penyulang Galing, tegangan bus minimum terjadi pada bus 43 (GD 229) yaitu sebesar 5,479% atau 18,9042 KV. Sedangkan pada penyulang Kawakan, semua profil tegangan pada gardu distribusi masih lebih dari 19 KV atau persentase jatuh tegangan pada penyulang Kawakan masih dibawah 5%. Pada penyulang Kawakan, tegangan bus minimum terjadi pada bus 14 (GD 170), yaitu sebesar 2,107% atau 19,5786 KV.
5. Hasil perhitungan persentase jatuh tegangan pada penelitian ini setelah divalidasi dengan hasil perhitungan metode injeksi arus terdapat selisih (error), disebabkan pada penelitian ini merupakan pendekatan perhitungan jatuh tegangan antar saluran dimana rugi-rugi daya pada saluran diabaikan. Sedangkan metode injeksi arus merupakan metode perhitungan aliran daya radial yang selalu menyertakan rugi-rugi yang terjadi pada saluran.
6. Dengan mengganti penghantar AAAC 35 mm² menjadi AAAC 150 mm² di beberapa cabang pada penyulang Galing PT. PLN (Persero) Rayon Sambas sepanjang 31,81 Kms, mengakibatkan profil tegangan bus atau tegangan pada gardu-gardu penyulang Galing meningkat. Tegangan bus minimum setelah penggantian penghantar terjadi pada bus 38 (GD 173) sebesar 4,777% atau 19,0446 KV. Penggantian penghantar juga mempengaruhi besarnya rugi-rugi daya aktif dimana sebelum penggantian penghantar rugi-rugi daya aktif pada penyulang Galing sebesar 54,880 KW, setelah penggantian menurun menjadi 49,842 KW.

Referensi

- [1] Hontong Jonal, Noiki dan Tuegeh Maickel, 2015. *Analisa Rugi-Rugi Daya Pada Jaringan Distribusi di PT. PLN Palu*. E-Journal Teknik Elektro dan Komputer. Jurusan Teknik Elektro FT-UNSRAT, Manado.
- [2] Gonen, Turan. 1988. *Modern Power System Analysis*. Canada : Jhon Wiley and Sons
- [3] Gonen, Turan. 2008, *Electrical Power Distribution System Engineering Second Edition*. New York : McGraw-Hill Book Company
- [4] Noverdy, Dedy. 2013. *Analisis Aliran Daya Pada Sistem Distribusi Radial 20KV PT. PLN (Persero) Ranting Rasau Jaya*. Pontianak : Universitas Tanjungpura.
- [4] Dri,Adrianus. 2013. *Meminimalkan Rugi-Rugi Pada Sistem Distribusi Tegangan Menengah Dengan Pemasangan Kapasitor*. Pontianak : Universitas Tanjungpura.
- [5] Natarajan, Ramasamy. 2005. *Power System Capacitors*. Taylor dan Francis Group.
- [6] PLN. 2010. *Kriteria Desain Enjinerig Kontruksi Jaringan Distribusi Sistem Tenaga Listrik*. Jakarta : PT. PLN (Persero)
- [7] Saadat, Hadi. 1999. *Power System Analysis*. New York :McGraw-Hill Book Company

- [8] Sirait, Bonar. 2012. Diktat Kuliah Sistem Distribusi. Pontianak : Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
- [9] Teng, Jen-Hao. 2003. A Direct Approach for Distribution System Load Flow Solutions. IEEE Trans. Power Del, Vol.8, no.3, pp. 882-887. July, 2003.

Biography

Ardhi Surya Nopianto, lahir di Pontianak pada tanggal 12 November 1988. Menempuh Pendidikan Program Strata I (S1) di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura sejak tahun 2011. Penelitian ini diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro konsentrasi Teknik Tenaga Listrik Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.